

Samu Rinne

# WD200 -polttimien kommunikointi- ja turvalogiikka

Opinnäytetyö  
Sähkötekniikan koulutusohjelma

2017



**Kaakkois-Suomen  
ammattikorkeakoulu**

<b>Tekijä/Tekijät</b> Samu Rinne	<b>Tutkinto</b> Sähkötekniikka (AMK)	<b>Aika</b> Huhtikuu 2017
<b>Opinnäytetyön nimi</b> WD200 –polttimien kommunikointi- ja turvalogiikka		35 sivua 3 liitesivua
<b>Toimeksiantaja</b> Oilon Oy		
<b>Ohjaaja</b> Teemu Manninen		
<b>Tiivistelmä</b> <p>Oilon valmistaa teollisuuspolttimia moniin eri käyttötarkoituksiin. Opinnäytetyössä tutkin, miten Oilonin keskikokoisten ja suurten polttimien automaatiota voitaisiin kehittää. Näiden polttimien automaatiojärjestelmää kutsutaan nimellä ”WiseDrive 200” tai lyhennettynä WD200.</p> <p>Työn tavoitteena oli määritellä automaatiolaitteisto, jota jatkossa käytetään WD200-automatiaojärjestelmän yhteydessä, sekä luoda tätä laitteistoa käyttäen järjestelmälle uusi kommunikointi- ja turvalogiikka. Lisäksi polttimille suunniteltiin käyttöliittymä, jota käytetään automaatiojärjestelmään lisättyllä kosketuspaneelilla.</p> <p>Tutkimuksessani selvitin, mitä vaatimuksia Oilonilla sekä Oilonin asiakkaila on WD200-automatiaojärjestelmälle. Nämä vaatimukset huomioon ottaen vertailin erilaisia logiikkaohjaimia löytääkseni parhaan ohjaimen, jonka ympärille automaatiolaitteisto rakennettiin. Vertailin logiikkaohjaimia sekä näiden kanssa yhteensopivia laitteita myös hinnan kannalta. Logiikkalaitteiston määrittämisen jälkeen ohjelmoin kommunikointi- ja turvalogiikat sekä käyttöliittymän ja testasin niiden toimivuuden määritetyllä automaatiolaitteistolla.</p> <p>Määrittelemääni automaatiolaitteistoa sekä ohjelmoimaani kommunikaatio- ja turvalogiikkaa sekä käyttöliittymää käytetään jatkossa WD200-automatiaojärjestelmää hyödyntävien polttimien yhteydessä. Luomani ohjelma mahdollistaa kosketuspaneelin käytön, jota ei ennen kyseisissä polttimissa ollut, sekä tekee näiden polttimien käyttöönnotosta helpompaa.</p>		
<b>Asiasanat</b> Automaatio, automaatiojärjestelmät, ohjelmointi, polttimet.		

<b>Author (authors)</b>	<b>Degree</b>	<b>Time</b>
Samu Rinne	Electrical engineering	April 2017
<b>Thesis Title</b>		
Communication and safety program for WD-200 burners		35 pages 3 pages of appendices
<b>Commissioned by</b>		
Oilon Oy		
<b>Supervisor</b>		
Teemu Manninen		
<b>Abstract</b>		
<p>Oilon manufactures industrial burners for different purposes. The subject of this bachelor's thesis was to research how the automation of medium- and large-sized burners that are manufactured by Oilon can be further developed. The automation system that these burners use is called the "WiseDrive 200" or in short, "WD200".</p>		
<p>The objective of my thesis was to define which automation devices would be used with the WD200 automation system in future projects. In addition, new communication and safety programs were created, as well as a user interface to be used with the defined automation devices.</p>		
<p>In this research, the demands of Oilon and its clients for the WD200 automation system were investigated. Taking these demands into account, the different kinds of automation controllers were examined to find the best controller to build the automation system with. Pricing differences between different automation controllers and compatible components were also examined. After the automation controller and devices we're defined, new communication and safety programs were programmed, as well as the user interface. Functionality of the programs and the user interface were tested with the defined automation controller and devices.</p>		
<p>The automation controller and devices which were defined will be used in the WD200 automation system, as well as the communication and safety program and user interface that was designed. The program that was created will allow the usage of a touch panel with burners that are installed with WD200 automation system. The created program also helps with the commissioning of the WD200 burners.</p>		
<b>Keywords</b>		
Automation, automation systems, programming, burners.		

## SISÄLLYS

TERMEJÄ JA KÄSITTEITÄ .....	6
1 JOHDANTO .....	7
2 TAUSTATIETOJA.....	7
2.1 Oilon Oy .....	7
2.2 Oilon WiseDrive .....	8
2.3 Siemens Osakeyhtiö.....	9
2.4 SIMATIC –ohjelmoitavat logiikat .....	10
3 WD200 –POLTTIMIEN AUTOMAATION TOTEUTUS .....	10
4 AUTOMAATIOLAITTEISTON VAATIMUKSET .....	11
4.1 Kokoonpanot.....	11
4.1.1 Kommunikointi.....	11
4.1.2 Turva .....	12
4.1.3 Lanssipoltin .....	13
4.1.4 Master/slave .....	13
4.2 Kosketuspaneeli .....	14
4.3 Väylätyypit.....	14
4.4 Laajennettavuus .....	14
5 AUTOMAATIOLAITTEISTON VALINTA .....	15
5.1 S7-1200 –sarja .....	15
5.1.1 Laajennettavuus.....	16
5.1.2 Testikokoonpano S7-1200 –sarjan laitteilla .....	17
5.2 S7-1500 –sarja .....	18
5.2.1 Laajennettavuus.....	19
5.2.2 Testikokoonpano S7-1500 –sarjan laitteilla .....	19
5.3 Kosketuspaneeli .....	22
5.4 Valittu laitteisto.....	23
6 OHJELMAN LUOMINEN .....	24

6.1	TIA Portal –ohjelmointityökalu.....	24
6.2	Logiikan ohjelmointi .....	25
6.3	Turvalogiikka.....	28
6.4	Käyttöliittymän suunnittelu.....	30
7	LUODUN LOGIIKAN TESTAUS JA KÄYTTÖ TULEVAISUUDESSA.....	33
8	JOHTOPÄÄTÖKSET .....	33
	LÄHTEET .....	35

## KUVALUETTELO

## LIITTEET

Liite 1. Kommunikointi-, turva- ja lanssikokoonpanon tulo- ja lähtösignaalit

Liite 2. Väyläkommunikoinnin tulo- ja lähtösignaalit

**TERMEJÄ JA KÄSITTEITÄ**

<b>Väylä</b>	Alijärjestelmä, joka siirtää tietoa eri laitteiden välillä. Erilaisia väylätekniikoita on useita.
<b>Kommunikaatio</b>	Eri automaatiolaitteiden välillä tapahtuva tiedonsiirto.
<b>Automaatio</b>	Tarkoittaa itsenäisesti toimivaa laitetta, tai monesta eri laitteesta koostuvaa järjestelmää.
<b>Moduuli</b>	Itsenäinen osa, josta voidaan koota erilaisia kokonaisuuksia, kuten automaatiolaitteistoja.
<b>CPU</b>	Central Processing Unit, suomeksi suoritin tai prosessori on osa, joka suorittaa tietokoneohjelman sisältämiä konekielisiä käskyjä. Automaatiolaitteiston keskeisin osa.
<b>Vikaturvallinen</b>	Tarkoittaa automaatiotekniikassa laitetta, joka on kytketty tai suunniteltu niin, että sen vikaantuminen ei johda vaaratilanteisiin. Englannin kielellä käytetään termiä "fail-safe".
<b>Käyttöliittymä / HMI</b>	Käyttöliittymällä tai HMI:llä tarkoitetaan esimerkiksi kosketuspaneelia, jolta voidaan seurata ja ohjata laitteen tai laitteiston toimintaa. HMI on lyhenne sanoista Human Machine Interface.

## 1 JOHDANTO

Automaatiotekniikka kehittyy jatkuvasti, joten yritysten on päivitettävä vanhoja teollisuusautomaation ratkaisujaan samaan tahtiin pitääkseen tuotteet nykyaikaisena sekä kilpailukykyisenä. Uudet ohjelmointityökalut sekä automaatiolaitteet, kuten CPUt, mahdollistavat uusia ominaisuuksia, joista asiakkaat ovat kiinnostuneita. Uusien korvaavien mallien saapuessa markkinoille aloitetaan myös vanhojen mallien valmistuksen lopettaminen asteittain, joten ennen pitkää on siirryttävä käyttämään uudempaa mallia automaatiolaitteesta. Tämä tuottaa haasteita suunnittelijalle, sillä vanhat automaatoratkaisut täytyy siirtää toimittajan tarjoamille komponenteille.

Opinnäytetyöni tarkoituksena oli kehittää Oilon Oy:n valmistamien WD200 – polttimien automaatiota. Näiden polttimien logiikkaohjaimen valmistus lopetetaan, joten tehtäväni oli tutkia, millä logiikkaohjaimella se kannattaisi korvata. Tutkimuksessa otin huomioon edellisissä WD200 –polttimilla toteutetuissa projekteissa ilmenneet vaatimukset sekä asiakkaiden, että Oilon Oy:n haluamat uudet ominaisuudet, kuten kosketuspaneelin lisääminen automaatiolaitteiston yhteyteen. Tutkimustyöni keskittyi ainoastaan Siemensin automaatiolaitteistoon, sillä Oilon oli sopinut Siemensin kanssa automaatiolaitteiston sekä ohjelmointityökalujen toimittamisesta ennen opinnäytetyöni aloittamista.

Tutkimustyön lisäksi loin uudelle automaatiolaitteistolle kommunikointi- sekä turvalogiikan käyttäen Siemensin toimittamia ohjelmointityökaluja. Opinnäytetyöhöni sisältyi myös käyttöliittymän suunnittelu WD200 –polttimille. Kyseisiä logiikoita sekä käyttöliittymää käytetään jatkossa WD200 –polttimien yhteydessä.

## 2 TAUSTATIETOJA

### 2.1 Oilon Oy

Oilon on suomalainen, vuonna 1961 perustettu energia- ja ympäristötekniikan perheyritys. Oilon valmistaa polttimia ja polttojärjestelmiä nestemäisille ja kaasumaisille polttoaineille,

maalämpöpumppuja kotitalouksiin ja kiinteistöihin, teollisuuslämpöpumppuja ja –kylmälaitoksia sekä aurinkolämpöjärjestelmiä.

Tuotteita käytetään mm. Voimalaitoksissa, teollisuudessa, jätteenpoltossa, laivakattiloissa, lämpökeskuksissa, kiinteistöjen ja suurempien alueiden lämmityksessä ja viilennyksessä sekä omakotitalojen lämmityksessä.

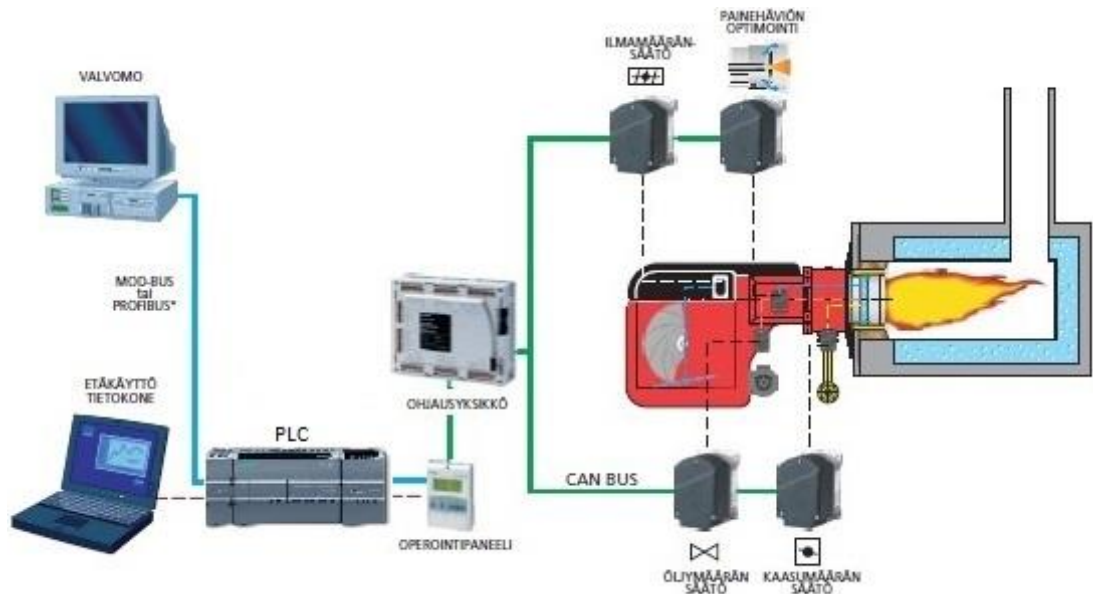
Oilonilla on tuotantoa Suomessa Lahdessa ja Kokkolassa sekä Kiinassa Wuxissa. Omia myyntikonttoreita on Venäjällä, Brasiliassa ja Yhdysvalloissa sekä jälleenmyyjiä yli 30 maassa. Yhtiön liikevaihdosta yli 60% muodostuu ulkomaisista toiminnoista.

Oilon panostaa vuosittain jopa 6% liikevaihdostaan tuotekehitykseen. Tärkeimmät tuotekehitystavoitteet ovat päästöjen vähentäminen, uusiutuvat ja uudet energiaratkaisut, lämpöpumppujen ja polttimien hyötysuhteen parantaminen sekä huollon helppous. Myös uusiutuvat polttoaineet, kuten bio-öljyt ja –kaasut, sekä lämpöpumput, aurinkokeräimet että hybridilämmitysjärjestelmät ovat Oilonin tutkimuskohteita. [1.]

## **2.2 Oilon WiseDrive**

Oilon WiseDrive on mikroprosessoripohjainen polttimen ohjaus- ja turvajärjestelmä, jota käytetään keskikokoisissa sekä suurissa Oilonin polttimissa. WiseDrive –järjestelmässä mekaaninen polttoaineen ja palamisilman seossäätö on korvattu elektronisella säädöllä. Näin saavutetaan parempi palamishyötysuhde ja alhaisemmat savukaasupäästöt kuin perinteisellä mekaanisella säädöllä. [2.]





Kuva 1. WiseDrive –järjestelmän toimintaperiaate ET 200 S –logiikkaohjaimella. [2].

Kuvasta 1 nähdään Oilonin WiseDrive –järjestelmällä varustetun polttimen eri laitteiden väliset kommunikoinnit. Järjestelmä mahdollistaa väyläkommunikaation ulkoisten järjestelmien kanssa. Kuvassa 1 valvomo ja etäkäyttö tietokone ovat kytkettynä PLC:hen, joka kommunikoi LMV – poltinohjaimen kanssa operointipaneelin kautta. PLC:llä tarkoitetaan automaatiolaitteistoa, eli CPU:ta ja siihen kytkettyjä moduuleja. Poltinohjain lähettää tietoa eteenpäin polttimelle ja sen eri laitteille.

Väyläkommunikaatio mahdollistaa myös polttimen tilatietojen lukemisen esimerkiksi laitoksen valvomosta. Kaukokäynnistys ja pysäytys sekä polttoaineen valinta voidaan suorittaa myös väylän kautta. [2.]

### 2.3 Siemens Osakeyhtiö

Siemens Osakeyhtiö toimittaa tuotteita, ratkaisuja ja palveluita sähköistykseen, automaatioon ja digitalisaatioon. Yhtiön teknologiaratkaisut edistävät kestävästä energiantuotannosta, älykästä energiajärjestelmää, tehokasta liikennettä sekä kilpailukykyistä teollisuutta. [3.]

Siemens on maailman johtava automaatioteknologian valmistaja [4]. Myös Oilon Oy käyttää Siemensin laitteita omissa teollisuusautomaatiotratkaisuisaan.

## **2.4 SIMATIC –ohjelmoitavat logiikat**

SIMATIC on osa Siemens Osakeyhtiöiden valmistamien automaatiolaitteiden katalogia. SIMATIC sisältää teollisuusautomaatioon soveltuvia laitteita ja ohjelmistoja moniin eri tarkoituksiin. Valikoimassa on räjähdysvaarallisten tilojen, koneturvallisuuden ja laivateollisuuden erikoistarpeet täyttäviä tuotteita [5].

## **3 WD200 –POLTTIMIEN AUTOMAATION TOTEUTUS**

WD200 –polttimet hyödyntävät Siemensin LMV –poltinohjainta. Tämä poltinohjain ohjaa kuitenkin vain yhtä poltinta, eikä se yksinään pysty esimerkiksi kommunikoimaan erilaisten turvalaitteiden kanssa. Tästä syystä automaatiolaitteistoon asennetaan vielä erillinen automaatiolaitteisto, joka kykenee kommunikoimaan myös muiden ulkoisten laitteistojen kanssa. Tämä erillinen automaatiolaitteisto asennetaan AZL –operointipaneelin ja LMV –poltinohjaimen yhteyteen.

Kun ohjaus ei ole pelkästään LMV –poltinohjaimen varassa, voidaan WD200 –polttimista rakentaa paljon laajempia ja monimutkaisempia järjestelmiä, kuten useita polttimia ja turvalaitteita sisältäviä laitteistoja. Useamman polttimen järjestelmissä jokaisella polttimella on oltava oma LMV –mikroprosessori, mutta ne voivat hyödyntää samaa kommunikoinnin ja turvalogiikan mahdollistavaa automaatiolaitteistoa, sekä samaa käyttöliittymää.

Edellisissä WD200 –poltin projekteissa, joissa käytettiin LMV –poltinohjaimen lisäksi erillistä automaatiolaitteistoa, oltiin päädytty käyttämään SIMATIC ET 200 S –logiikkaohjainta, jota käytetään yleensä hajautetun I/O:n järjestelmissä. Hajautetulla I/O:lla tarkoitetaan toteutusta, jossa tulo- ja lähtöpiirit on viety prosessiaseman luota lähemmäs toimilaitteita [6]. Siemens on julkaissut ET 200 S –logiikkaohjaimelle korvaajan, SIMATIC ET 200 SP:n, joka johti ET 200 S –logiikkaohjaimen valmistuksen asteittaiseen lopettamiseen. Koska uuteen logiikkaohjaimen täytyi siirtyä joka tapauksessa, antoi tämä tilaisuuden kehittää WD200 –polttimien automaatiota automaatiolaitteiston kannalta.

## 4 AUTOMAATIOLAITTEISTON VAATIMUKSET

### 4.1 Kokoonpanot

Oilon Oy toimittaa WD200 –polttimia asiakkaille moniin erilaisiin kohteisiin, joissa vaaditaan erilaisia ominaisuuksia. Tästä syystä automaatiolaitteisto suunniteltiin mahdollisimman joustavaksi, jotta siitä voidaan rakentaa erilaisia kokoonpanoja mahdollisimman pienin muutoksin eri projekteihin.

Suunnittelemani laitteistosta täytyi pystyä rakentamaan neljä erilaista kokoonpanoa, joista käytimme nimityksiä kommunikointi, turvalaite, lanssipoltin sekä master/slave. Kommunikointi on näistä neljästä ikään kuin vakiokokoonpano, josta muut kokoonpanot rakennetaan lisäämällä erilaisia moduuleja vaatimusten mukaan.

#### 4.1.1 Kommunikointi

Kommunikointikokoonpano on suunnittelemani automaatiolaitteiston peruskokoonpano, jota käytetään LMV –poltinohjaimen ja laitoksen valvomon väliseen kommunikointiin. Tämä kokoonpano mahdollistaa polttimen kaukokäytön, jolloin polttimen polttoaineen vaihto sekä käynnistys onnistuvat valvomon kautta. Kommunikointikokoonpanolla voidaan myös tuoda logiikan kautta erilaiset tiedot automaatioprosessista valvomoon sekä käyttöliittymälle ja muuttaa prosessin eri asetusarvoja.

Kommunikointi	
Ei vikaturvallinen	
Tulo	Lähtö
5	4

Taulukko 1. Kommunikointikokoonpanon tulo- ja lähtösignaalien määrä vakiona.

Taulukkoon 1 on koottu ne tulo- ja lähtösignaalit, jotka löytyvät aina kommunikointikokoonpanosta. Signaalien määrä pitää ottaa huomioon käytettävää automaatiolaitteistoa valitessa, sillä jokainen signaali vaatii oman

liittimen signaalimoduulista, johon se kytketään johtimella. Mitä enemmän signaaleja on, sitä enemmän tarvitaan tulo- tai lähtösignaalimoduuleita. Kommunikointikokoonpanon signaalimäärä ei ole suuri, joten tämän kokoonpanon voi toteuttaa vain yhdellä tulo- ja yhdellä lähtösignaalimoduulilla.

#### 4.1.2 Turva

Turvakokoonpano mahdollistaa erilaisten vikaturvallisten turvalaitteiden käytön WD200 –polttimen yhteydessä. Vikaturvallisten turvalaitteiden käyttöä varten tarvitaan CPU, joka pystyy suorittamaan tavallisen sekä turva – ohjelman samanaikaisesti. Näitä CPUita kutsutaan ”fail-safe” eli vikaturvalliseksi CPUiksi. Lisäksi turvalaitteet vaativat vikaturvalliset input ja output –moduulit, jotka tukevat vikaturvallisten laitteiden lähettämiä tulo- sekä lähtösignaaleja.

Turvalaitteiden määrä vaihtelee suuresti projektikohtaisesti, mutta yleisimmät turvalaitteet huomioon ottaen päätin suunnitella turvalaitekokoonpanon niin, että se oletuksena tukisi 15 erillistä vikaturvallista tulosignaalia.

Turva			
Ei vikaturvallinen		Vikaturvallinen	
Tulo	Lähtö	Tulo	Lähtö
5	4	15	1

Taulukko 2. Turvalaite –kokoonpanon tulo- ja lähtösignaalien määrä vakiona.

Vikaturvattomien tulo- ja lähtösignaalien määrä pysyy samana kuin kommunikointikokoonpanossa, kuten taulukosta 2 nähdään. Näiden signaalien lisäksi kokoonpanoon tulee vikaturvalliset signaalit, jotka ovat peräisin turvalaitteista. Turvakokoonpano on suunniteltu 12 erilliselle turvalaitteelle, joista kolme turvalaitetta ovat kaksikanavaisia, eli ne tarvitsevat kaksi erillistä vikaturvallista tulosignaaliiliitintä.

### 4.1.3 Lanssipoltin

Lanssipolttimia käytetään yleensä hyvin vaativiin voimalaitossovelluksiin, joissa käytetään leijukattiloita. Näissä olosuhteissa käytetyn polttimen täytyy kestää leijutushiekan kuluttavat vaikutukset. Tästä syystä lanssipolttimet vetävät valmiustilassa kaikki kriittiset osat pneumaattisella sylinterillä taka-asentoon suojaan. [7.]

Koska lanssipolttimet vaativat myös liikeohjausta kriittisten osien suojaan vetämistä varten, vaatii myös logiikka lisää tulosignaaleja.

Lanssipoltin	
Ei vikaturvallinen	
Tulo	Lähtö
8	4

Taulukko 3. Lanssipoltin –kokoontilan tulo- ja lähtösignaalit vakiona.

Taulukosta 3 nähdään, että lanssipoltinkokoontila vaatii 3 tulosignaalia enemmän kuin kommunikointikokoontila. Nämä tulosignaalit ovat lanssin paikka ja häiriötietoja, jotka täytyy tuoda logiikalle. Lähtösignaaleja ei kuitenkaan tule lisätä kommunikointikokoontilaan verrattuna.

### 4.1.4 Master/slave

Master/Slave –periaatteellinen järjestelmä tarkoittaa automaatiassa järjestelmää, jossa yksi laite tai prosessi ohjaa yhtä tai useampaa laitetta tai prosessia. Ohjaavaa laitetta tai prosessia kutsutaan masteriksi ja ohjattavia laitteita tai prosesseja slaveiksi.

Master/Slave –kokoontilaa käytetään poltinjärjestelmissä, joissa on kaksi tai useampi poltin, jolloin yksi poltin on master –poltin, jonka automaatiolaitteisto hoitaa myös muiden polttimien, eli slave –polttimien, kommunikaation valvomon ja turvalaitteiden välillä. Jokaiselle slave –polttimelle tarvitaan oma kommunikaatiomoduli, sillä jokaisella polttimella on myös oma LMV –

polttinohjaimen. LMV –polttinohjain kytketään kommunikaatiomoduliin, joka kytketään CPU:hun jotta laitteiden välinen kommunikaatio toimii.

Vaikka järjestelmän polttimia ohjaa sama automaatiolaitteisto, on jokaisella polttimella omat tulo- ja lähtösignaalinsa esimerkiksi käynnistystä varten. Suurempi polttimien määrä johtaa siis suurempaan tulo- ja lähtösignaalien määrään. Turvalaitteet ovat kuitenkin polttimille useimmiten samat, joten vikaturvalliset tulo- ja lähtösignaalit eivät lisäänty näissä projekteissa.

## **4.2 Kosketuspaneeli**

Automaatiolaitteiston yhteyteen haluttiin myös lisätä kosketuspaneeli. Kosketuspaneelilla kuvataan automaatioprosessin eri vaiheita graafisesti. Esimerkiksi yleensä automaatiokaapin ovesta löytyvät erilaiset merkkilamput ohjelmoidaan käyttöliittymään, jolloin ne näkyvät kosketuspaneelilta.

Kosketuspaneelin täytyy olla värinäytöllinen, sekä riittävän suuri näyttöpinta-alaltaan, jotta prosessin vaiheiden kuvaaminen onnistuu selkeästi.

## **4.3 Väylätyypit**

Laitostyyppinä joihin Oilon Oy toimittaa laitteita on erilaisia ja tilaavalla asiakkaalla on aina omat vaatimuksensa ja tarpeensa. Myös vaaditut väylätyypit vaihtelevat suuresti, joka pitää ottaa huomioon myös Automaatiolaitteistoa suunniteltaessa. Väylää käytetään asiakaslaitoksen sekä polttimen logiikan välisessä kommunikoinnissa.

Automaatiolaitteiston suunnittelussa otin huomioon, laitteistoon voi liittyä yleisimmillä väylätyypeillä, jotka ovat profinet, profibus sekä modbus. Oletuksena laitteistoon liitytään kuitenkin profinet –väyläkaapelilla.

## **4.4 Laajennettavuus**

WD200 –polttimia käytetään eri laajuisissa projekteissa, joten niiden automaatiolta vaaditaan joustavuutta laitteiston laajennettavuuden suhteen. Esimerkiksi master/slave –kokoonpanon projekteissa tulo- ja lähtösignaalien

sekä kommunikointimoduulien määrä kasvaa muiden kokoonpanojen projekteihin verrattuna. Automaatiolaitteiston pitää siis olla hyvin laajennettavissa, etenkin tulo- ja lähtösignaalimoduulien lisäämisen kannalta.

Koska eri logiikkaohjaimet tukevat eri määrää erilaisia moduuleita, on laajennettavuus otettava huomioon automaatiolaitteistoa valitessa. Moduulipaikkojenkin määrää voidaan kuitenkin tarvittaessa lisätä hajauttamalla tuloja ja lähtöjä, mutta tämä ei kuitenkaan joka tilanteessa ole kustannustehokasta.

## **5 AUTOMAATIOLAITTEISTON VALINTA**

Tutkimustyön alussa rajasimme korvaavan logiikkaohjaimen etsinnän kahteen vaihtoehtoon, Siemensin SIMATIC S7-1200- ja S7-1500 –sarjaan. Kummallakin sarjalla on omat etunsa, joita vertailin pystyäkseen valitsemaan parhaiten käyttötarkoitukseen sopivan laitteiston opinnäytetyöni tavoitteita ajatellen. Siemensin ET 200 S –logiikkaohjaimen korvaavaa mallia, ET 200 SP:tä, ei harkittu, koska halusimme siirtyä keskitettyyn logiikkajärjestelmään. Hajautetut järjestelmät eivät ole tähän käyttötarkoitukseen kustannustehokkaita.

Kokosin S7-1200- ja S7-1500 –sarjojen tuotteista taulukoihin laitteet, joilla voisimme toteuttaa kommunikointi- turva- sekä lanssikokoonpanot. Nämä kokoonpanot sisältävät myös tarvittavat ohjelmointityökalut. Taulukoiden yhteyteen tein myös hintavertailun. Näistä kahdesta kokoonpanosta valittiin toinen, joka lopulta myös tilattiin Siemensiltä. Tilatusta kokoonpanosta rakensin itselleni testilogiikan, jota käytin hyödyksi ohjelman luomisessa.

### **5.1 S7-1200 –sarja**

S7-1200 –sarja sisältää Siemensin yksinkertaisimmat teollisuudessa käytettävät logiikkaohjaimet. Sarjan logiikkaohjaimet ovat kompakteja, mutta tehokkaita ja niitä voidaan käyttää monella eri alalla. Yleisimpiä käyttökohteita S7-1200 –sarjan logiikkaohjaimille ovat mm. Liukuhihnajärjestelmät, hissit, pakkauslaitteet, ilmastointi ja pumppujen ohjaus. [8.]

S7-1200 –sarjan CPUissa on sisäänrakennettuna liittimiä tulo- ja lähtösignaaleille. Halvimmasta CPU mallista, eli 1211C:stä, löytyy 6 tulosignaaliiliitintä ja 4 lähtösignaaliiliitintä, kun taas kalleimmasta mallista löytyy 14 tulosignaaliiliitintä ja 10 lähtösignaaliiliitintä. Lisäksi tulo- ja lähtösignaaliiliittimiä voidaan lisätä CPUhun asentamalla siihen erillinen signal board –moduuli, joka on lisävaruste.

S7-1200 –sarjasta löytyy vikaturvaa tukevia CPU malleja, joita tarvitaan turvakokoonpanon toteuttamista varten. Nämä CPUt ovat kuitenkin hieman kalliimpia kuin tavalliset CPUt. Sarjasta löytyy myös vikaturvallisia tulo- ja lähtösignaalimoduuleja, jotka voidaan kytkeä suoraan vikaturvalliseen CPUhun.

### 5.1.1 Laajennettavuus

Koska S7-1200 –sarjan CPUista löytyy myös sisäänrakennettuja liittimiä tulo- ja lähtösignaaleille, ei ole erillisten tulo- ja lähtösignaalimoduulien hankkiminen välttämätöntä. Esimerkiksi kommunikointikokoonpanon voi rakentaa ilman yhtäkään erillistä tulo- ja lähtösignaalimoduulia millä tahansa tämän sarjan CPUlla.

S7-1200 –sarjan CPUt soveltuvat hyvin kokonaisuuksiin, jossa tulo- ja lähtösignaalien määrä pysyy suhteellisen pienenä. Suurilla tulo- ja lähtötietomäärillä tämän sarjan CPUt eivät kuitenkaan yksinään enää ole riittäviä, sillä sarjan CPUiden laajennettavuus moduuleilla on hyvin rajattu.

CPU	1211C	1212C	1214C	1215C	1217C
Laajennettavuus signal boardeilla	Max. 1	Max. 1	Max. 1	Max. 1	Max. 1
Laajennettavuus signaalimoduuleilla	Ei mahdollista.	Max. 2	Max. 8	Max. 8	Max. 8

Taulukko 4. S7-1200 –sarjan CPUiden laajennettavuus signaalimoduuleilla [9].

Taulukosta 3 selviää, että kaikkia S7-1200 –sarjan CPUita voidaan laajentaa enintään yhdellä signal boardilla. Signaalimoduuleita, joita käytetään tulo- ja



lähtösignaalien tuomiseksi logiikkaan, voidaan eniten laajennettavissakin olevaan malliin lisätä maksimissaan vain 8. Myös kommunikointimoduuleja voidaan lisätä van rajattu määrä CPU:n yhteyteen. Kaikkiin S7-1200 –sarjan CPU:ihin voidaan lisätä maksimissaan 3 kappaletta kommunikointimoduuleja.

Laajennettavuus voi tuottaa ongelmia etenkin master/slave periaatteella tehtävistä projekteista. Tulevaisuuden projekteissa voi WD200 –polttimien määrä olla jopa suurempi kuin kolme, jolloin kommunikointimoduuleja tarvitaan enemmän kuin tämän sarjan CPU:t tukee. Useampi poltin johtaa myös suurempaan tulo- ja lähtösignaalien määrään, jolloin signaalimoduuleitakin täytyy lisätä. Näitä projekteja ei kuitenkaan ole niin paljon kuin pienempiä projekteja, mutta ne pitää ottaa joka tapauksessa huomioon laitteistoa valitessa. Kommunikointi- ja signaalimoduulien määrää voidaan lisätä hajauttamalla laitteistoa liitäntämoduulin avulla, mutta tämä laskee laitteiston kustannustehokkuutta.

### 5.1.2 Testikokoonpano S7-1200 –sarjan laitteilla

S7-1200 –sarjan testikokoonpanoa suunnitellessa piti erityisesti kiinnittää huomiota tämän sarjan CPUiden laajennettavuuteen erilaisin moduulein. Sarjan halvemmat CPU:t eivät pysty tukemaan suurta määrää moduuleja, joten CPU:n valintaan vaikuttaa se, kuinka montaa erillistä moduulia projektissa tarvitaan. Sarjan CPUiden etuna on kuitenkin niiden sisäänrakennetut tulo- ja lähtösignaaliliittimet, joiden ansiosta tulo- ja lähtösignaalimoduuleja ei tarvitse hankkia välttämättä erikseen, jos CPU:n signaaliliitännät riittävät projektissa.

S7-1200 testikokoonpano	
NIMITYS	HINTA sis. Alv. (€)
CPU 1212FC DC/DC/RLY	325,00
Muistikortti 4MB	51,00
Kommunikointimoduuli	113,50
Tulomoduuili 16 input vikaturva	171,40
Relelähtömoduuli vikaturva	235,60
Teholähde	69,00
Ethernet kytkentä moduuli	120,00
STEP 7 Basic V14	314,00
STEP 7 Safety basic V14	179,00
Yhteensä:	1578,50

Taulukko 5. Testikokoonpano S7-1200 –sarjan laitteilla.

Taulukkoon 5 on koottu laitteet, joilla voitaisiin toteuttaa kommunikointi- ja turvakokoonpano sekä näiden kokoonpanojen logiikan ohjelmointiin vaadittavat ohjelmointityökalut. Taulukosta nähdään myös jokaisen laitteen sekä ohjelmointityökalun hinta, sekä koko kokoonpanon yhteen laskettu hinta. Taulukossa 5 näkyvät hinnat ovat kaikki Siemensin omia listahintoja ja sisältävät arvolisäveron.

Koska myös turvakokoonpanon toteutus täytyy olla tällä laitteistolla mahdollinen, olen valinnut CPU:n, joka pystyy suorittamaan turvalogiikoita. Lisäksi testikokoonpano sisältää vikaturvaa tukevan tulosignaali-moduulin sekä relelähtömoduulin. Turvalogiikoiden ohjelmointiin vaaditaan STEP 7 Safety basic V14 –lisäohjelmisto, joka on myös lisätty taulukkoon 5.

S7-1200 testikokoonpanon tulot ja lähdöt			
Ei vikaturvallinen		Vikaturvallinen	
Tulo	Lähtö	Tulo	Lähtö
8	6	16	2

Taulukko 6. S7-1200 prototyypikokoonpanon tulo- ja lähtösignaalien määrä.

Taulukosta 6 löytyy tämän testikokoonpanon tukeman tulo- ja lähtösignaalien määrä. Olen eritellyt tulo- ja lähtösignaalit ei vikaturvallisiin sekä vikaturvallisiin, koska vikaturvallisia lähtö- ja tulosignaaleja käytetään vain turvalaitteiden yhteydessä. Kokoonpanossa olevat ei vikaturvalliset tulo- ja lähtösignaaliliitännät ovat kaikki CPU:n sisäänrakennettuja tulo- ja lähtöliitäntöjä.

## 5.2 S7-1500 –sarja

S7-1500 –sarjan logiikkaohjaimia voidaan käyttää myös raskaampien automaatioprosessien logiikkaohjaimena. Käyttökohteita ovat esimerkiksi elektroniikan kokoonpanolaitteet ja jätevesilaitokset. Sarjan logiikkaohjaimien täysin modulaarisen rakenteen vuoksi voidaan näille logiikkaohjaimille

rakentaa sellaisia kokonaisuuksia, joissa on vain ja ainoastaan ne ominaisuudet, joita tarvitaan. [10.]

Suurin ero S7-1500 ja S7-1200 –sarjojen välillä on se, että S7-1500 –sarjan CPUissa ei ole sisäänrakennettuja tulo- ja lähtösignaaliliittimiä, joten tämän sarjan CPUita käytettäessä täytyy käytännössä aina hankkia erilliset tulo- ja lähtösignaalimoduulit. Tästä syystä pienemmät projektit, joissa tulo- ja lähtösignaalien määrä on pieni, on kustannustehokkaampaa toteuttaa S7-1200 –sarjan CPUlla.

Myös vikaturvaa tukevan kokoonpanon rakentaminen on S7-1500 –sarjan CPUilla hankalampaa. Vaikka sarjasta löytyy vikaturvaa tukevia CPUita, täytyy vikaturvaa tukevan laitteiston tulo- ja lähtösignaalimoduulit aina hajauttaa liitäntämoduulia käyttäen muusta automaatiolaitteistosta. Tästä syystä vikaturvan toteutus S7-1500 –sarjalla ei ole niin kustannustehokasta kuin S7-1200 –sarjan CPUlla.

S7-1500 –sarjan laitteet ovat huomattavasti kalliimpia kuin S7-1200 –sarjan laitteet. Varsinkin CPUiden hinta on paljon suurempi kuin S7-1200 –sarjan CPUt.

### **5.2.1 Laajennettavuus**

S7-1500 –sarjan CPUt ovat huomattavasti enemmän laajennettavissa moduulein kuin S7-1200 –sarjan CPUt. Tulo- ja lähtösignaalimoduuleita voidaan lisätä kaikkiin S7-1500 –sarjan CPUihin jopa 30. Lisäksi kommunikointimoduuleita voidaan lisätä halvimmassa CPU mallissa 4 kappaletta ja eniten laajennettavissa olevissa malleissa jopa 8 kappaletta. Jos moduuleita tarvitaan vielä lisää, saadaan niitä käyttöön hajauttamalla moduuleita liitäntämoduulia apuna käyttäen. [11.]

### **5.2.2 Testikokoonpano S7-1500 –sarjan laitteilla**

S7-1500 –sarjan testikokoonpano sisältää hieman enemmän laitteita, kuin S7-1200 –sarjan testikokoonpano, koska sarjan CPUt eivät sisällä sisäänrakennettuja tulo- ja lähtösignaaliliittimiä. Kokoonpanoon täytyy myös

lisätä liitännämoduuli, koska sarjan CPUiden kanssa vikaturvalliset tulo- ja lähtösignaalimoduulit täytyy aina hajauttaa.

S7-1500 testikokoonpano	
NIMITYS	HINTA sis. Alv. (€)
CPU 1511F-1 PN	863,00
Muistikortti 4MB	51,00
Kommunikointimoduuli	380,00
Tulomoduuli 16 input	146,00
Lähtömoduuli 8 output	97,00
Liitännämoduuli	188,70
Tulomoduuli 8 input vikaturva	192,00
Tulomoduuli 8 input vikaturva	192,00
Relelähtömoduuli vikaturva	97,90
Teholähde	110,00
System power supply	185,00
Ethernet kytkentä moduuli	120,00
STEP 7 Professional V14	500,00
STEP 7 Safety professional V14	586,00
Yhteensä:	3708,60

Taulukko 7. Testikokoonpano S7-1500 –sarjan laitteilla.

Taulukko 7 sisältää laitteet S7-1500 –sarjasta jotka tarvitaan kommunikointi- ja turvakokoonpanon toteuttamiseksi. Lisäksi taulukosta löytyy ohjelmointityökalut, jotka vaaditaan S7-1500 –sarjan CPU:n logiikan ohjelmointiin. Mukana on myös vikaturvaa tukevia tulo- ja lähtösignaalimoduuleja sekä liitännämoduuli, jota tarvitaan aina, kun käytetään vikaturvaa tukevia tulo- ja lähtösignaalimoduuleja S7-1500 –sarjan CPU:n yhteydessä.

Taulukosta löytyy myös jokaisen laitteen hinta, sekä koko kokoonpanon yhteenlaskettu hinta. Kaikki hinnat ovat Siemensin listahintoja ja sisältävät myös arvolisäveron.

S7-1500 –sarjan laitteiden ohjelmointi vaatii Professional versiot SIMATIC – ohjelmointityökaluista. Tästä syystä taulukkoon on lisätty STEP 7 Professional V14 ja STEP 7 Safety professional V14.

S7-1500 testikokoonpanon tulot ja lähdöt			
Ei vikaturvallinen		Vikaturvallinen	
Tulo	Lähtö	Tulo	Lähtö
16	8	16	2

Taulukko 8. S7-1500 prototyypikokoonpanon tulo- ja lähtösignaalien määrä.

Taulukkoon 8 olen koonnut S7-1500 testikokoonpanon tulo- sekä lähtösignaalien määrän. Tässä kokoonpanossa ei vikaturvallisista tulo- ja lähtösignaaliliitännöistä on huomattavasti enemmän kuin mitä meidän kommunikointi- ja turvakokoonpanoihin vaaditaan (kts. Taulukot 1 ja 2). Tämä johtuu siitä, että S7-1500 –sarjan laitteista ei löydy tulo- ja lähtösignaalimoduuleita, joissa liitäntäpintaa olisi vähemmän. Näin ollen tällä kokoonpanolla laitteistoon jäisi paljon turhaa liitäntäpintaa tulo- ja lähtösignaaleille.

### **5.3 Kosketuspaneeli**

Automaatiolaitteiston yhteyteen lisätään myös kosketuspaneeli. Siemensin paneelisarjaa kutsutaan nimellä SIMATIC HMI. SIMATIC HMI –paneelisarja sisältää Basic ja Advanced –luokan paneeleita, mutta opinnäytetyössäni paneelilta vaaditut toiminnot rajaavat vaihtoehtomme Basic –luokan paneeleihin.

Basic –luokan kosketuspaneelit on edelleen jaettu Standard- sekä SIPLUS –laitteisiin. SIPLUS –kosketuspaneelit on suunniteltu kestäväksi äärimmäisiä olosuhteita, sillä niitä voidaan käyttää -20 – 50 °C lämpötiloissa. [12.] Opinnäytetyössäni tämän kaltaiselle olosuhteiden kestolle ei ole tarvetta, joten voimme jälleen rajata vaihtoehtojamme ainoastaan Standard –kosketuspaneeleihin.

SIMATIC HMI Basic Standard –kosketuspaneeleita löytyy ensimmäisen, sekä toisen sukupolven versiona. Toisen sukupolven laitteet ovat uudempia ja näistä laitteista kaikissa on värinäyttö, joten keskityin opinnäytetyössäni vain näihin tuotteisiin. Lisäksi kaikissa toisen sukupolven Basic Standard –kosketuspaneelissa on toimintopainikkeita, joiden määrä vaihtelee mallista riippuen.

SIMATIC HMI Basic Standard -kosketuspaneelit		
Malli	Ominaisuudet	Hinta sis. Alv. (€)
KTP400	4,3" TFT näyttö, 4 toimintopainiketta	330,00
KTP700	7" TFT näyttö, 8 toimintopainiketta	600,00
KTP900	9" TFT näyttö, 8 toimintopainiketta	1050,00
KTP1200	12" TFT näyttö, 10 toimintopainiketta	1500,00

Taulukko 9. SIMATIC HMI Basic Standard –kosketuspaneelit sekä niiden ominaisuudet ja hinnat.

Taulukkoon 9. On koottu kaikki SIMATIC HMI Basic Standard – kosketuspaneelit ominaisuuksineen sekä hintoineen. Näistä paneeleista valitsen yhden opinnäytetyöhöni. Kaikissa taulukon paneeleissa on muuten samat ominaisuudet, mutta näytön koko sekä toimintopainikkeiden määrä vaihtelevat. Taulukosta nähdään myös, että suurempi näyttö sekä toimintopainikkeiden määrä suurentavat myös suoraan kosketuspaneelin hintaa. Kaikki hinnat ovat Siemensin listahintoja ja sisältävät arvolisäveron.

#### 5.4 Valittu laitteisto

Päädyn käyttämään S7-1200 –sarjan laitteilla rakennettua testikokoonpanoa opinnäytetyössäni, koska se on paljon kustannustehokkaampaa. S7-1200 – sarjan CPU:t tekevät myös pienissä yhden polttimen projekteissa automaatiolaitteistosta yksinkertaisemman, koska erillisiä tulo- ja lähtösignaalimoduuleita ei tarvitse hankkia niiden sisäänrakennettujen liitäntöjen ansiosta.

Myös turvakokoonpanon toteuttamisen helppous on etu käytettäessä S7-1200 –sarjan tuotteita. Vikaturvalliset moduulit voidaan kytkeä suoraan kiinni S7-1200 –sarjan vikaturvalliseen CPU:hun ilman erillistä liitäntämoduulia, toisin kuin S7-1500 –sarjan vikaturvallisilla CPUilla. Valittuun testikokoonpanoon voidaan kytkeä yhteensä jopa 16 yksikanavaista tai 8 kaksikanavaista

vikaturvallista laitetta, joka riittää hyvin projekteihin, joissa WD200 –polttimia käytetään. Jos vikaturvallisista laitteista tarvitaan enemmän, on laajentaminen kuitenkin mahdollista käyttämällä eri CPU mallia tai hajauttamalla tulosignaaleja liitäntämoduulin avulla.

Valitusta prototyyppikokoonpanosta löytyvät ohjelmointityökalut, STEP 7 Basic V14 ja STEP 7 Safety basic V14, tulevat myös halvemmaksi, kuin S7-1500 testikokoonpanosta löytyvät Professional –versiot kyseisistä ohjelmista, sillä niiden vaatimat lisenssit ovat edullisempia.

Automaatiolaitteiston yhteyteen liitettäväksi kosketuspaneeliksi valitsin SIMATIC HMI Basic Standard KTP400 –kosketuspaneelin, koska paneelin hinnan piti pysyä mahdollisimman matalana. Koska SIMATIC HMI Basic Standard –sarjan paneelit eivät eroa näytön kokoa ja toimintopainikkeiden määrää lukuun ottamatta ominaisuuksiltaan toisistaan, oli KTP400 järkevin vaihtoehto. Opinnäytetyössäni kosketuspaneelilta ei vaadita paljoa näyttöpinta-alaa, joten isommalle näytölle ei ollut tarvetta.

## **6 OHJELMAN LUOMINEN**

Opinnäytetyötäni varten luomani ohjelma on salassapitosopimuksen alainen, joten tässä kappaleessa kerron yleisesti TIA Portal –ohjelmointityökalusta, sekä miten sen avulla voidaan luoda logiikoita sekä käyttöliittymiä.

### **6.1 TIA Portal –ohjelmointityökalu**

TIA (Totally Integrated Automation) Portal yhdistää logiikkaohjelmoinnin (SIMATIC STEP 7) ja käyttöliittymäsuunnittelun (SIMATIC WinCC). TIA Portalilla on mahdollista tehdä suunnittelu- ja tuotantoprosessit koko tuotantoketjulle. Myös turvatekniikat ja väyläliitynnät voidaan toteuttaa TIA Portalilla. [5]

TIA Portal siis sisältää SIMATIC STEP 7 ja WinCC ohjelmointityökalut, joten näille ohjelmille ei tarvitse hankkia erillisiä lisenssejä. Logiikkaohjelmoinnin sekä käyttöliittymäsuunnittelun yhdistäminen samaan työkaluun myös nopeuttaa ja helpottaa ohjelmointia.

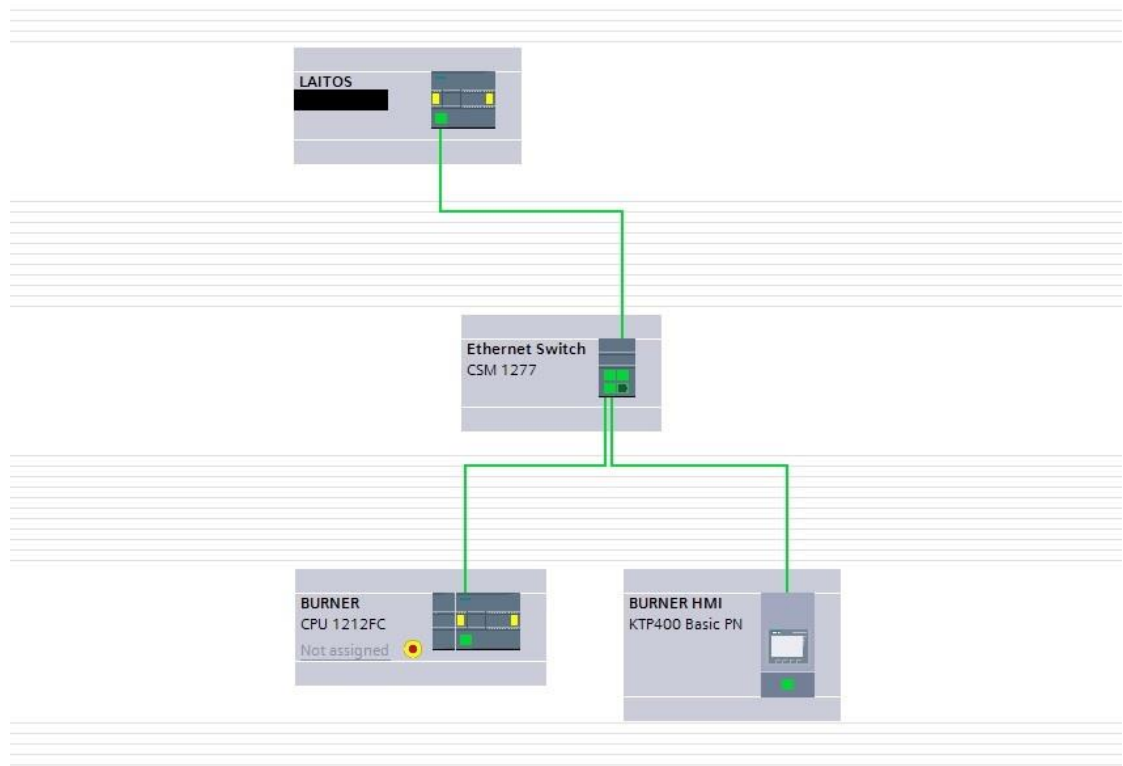


Turvaohjelman suunnitteluun tarkoitettu SIMATIC Safety vaatii kuitenkin erillisen lisenssin. SIMATIC Safety on kuitenkin myös täysin integroitu TIA Portaliin, joten turvaohjelman luominen on myös saumatonta.

## 6.2 Logiikan ohjelmointi

WD200 –polttimien automaatio sisältää LMV –poltinohjaimen, joka ohjaa siis polttimen toimintaa. Tästä johtuen suunnittelemani logiikka ei ohjaa poltinta, vaan logiikkaani käytetään mahdollistamaan kommunikointi ylemmän järjestelmän kanssa, kuten laitoksen valvomon. Logiikka mahdollistaa myös vikaturvallisten turvalaitteiden sekä kosketuspaneelin käytön. Luomani logiikka toimii ikään kuin välikätenä esimerkiksi valvomon sekä itse polttimen välillä, joka mahdollistaa tiedon kulun polttimelta valvomoon ja päinvastoin.

Kun luodaan uusi projekti TIA Portal –ohjelmointityökalulla, määritellään aluksi laitteet, joita automaatioprojektissa käytetään. Opinnäytetyössäni määritellyt laitteet löytyvät taulukosta 5 sivulta 17. Myös laitteiden tulo- ja lähtösignaalit tulee määritellä, jotta niitä voidaan käyttää logiikan luomisessa.

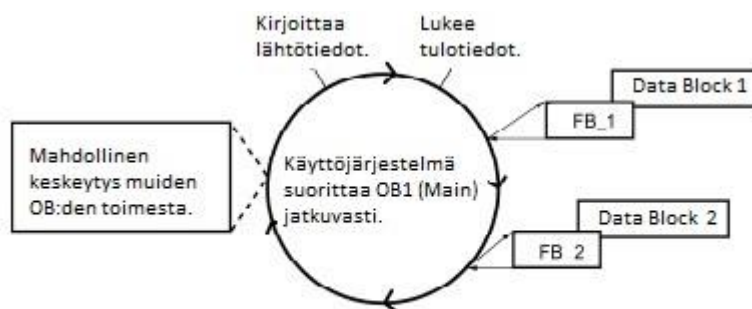


Kuva 2. LMV –polttimen automaatiolaitteiston topologia.

Kuva 2 on ohjelmointityökaluun määritetty topologia automaatiolaitteistolle. Kuvassa laitokseksi nimetty CPU esittää asiakkaan valvomoa, joka on kytketty ethernet switchiin, eli suomeksi ethernet vaihteeseen. Ethernet vaihde mahdollistaa useamman laitteen kytkemisen samaan profinet –väylään. Opinnäytetyössäni ethernet vaihteen käyttö oli välttämätöntä, sillä käyttämästämme CPUsta löytyy ainoastaan yksi ethernet –liitin. Myös CPU sekä HMI on kytketty ethernet vaihteeseen. Näin profinet –väylä ulottuu jokaiseen käytössä olevaan laitteeseen. Lisäksi laitteistoon kuuluu LMV –poltinohjain, joka ei näy tässä topologiassa.

Siemensin SIMATIC STEP 7:llä logiikka jaotellaan erilaisiin ”blokkeihin” eli lohkoihin. Blokkeja on monia erilaisia, mutta ne voidaan jaotella neljään eri kategoriaan: Organization Blokkeihin (OB), Function Blokkeihin (FB), Functioneihin (FC) ja Data Blokkeihin (DB).

Logiikan suunnittelu perustuu siihen, että blokit kutsuvat aina vuorollaan toisiaan, eli kun ohjelma käynnistyy, ns. ”pääblokki” kutsuu toista blokkia, joka kutsuu taas toista blokkia. Tämä pääblokki on Organization Block, eli suomeksi käännettynä ”järjestyslohko”. Nimensä mukaisesti tämä blokki pitää huolen siitä, että muita blokkeja kutsutaan tietyssä järjestyksessä, jolloin ohjelman kierto pysyy oikeana.



Kuva 3. Ohjelman kierto [13].

Kuva 2 kuvastaa ohjelman kiertoa. Käyttöjärjestelmä suorittaa organization blockia (OB1) jatkuvasti ja suorittaa eri function blockit (FB\_1 ja FB\_2) määritetyssä kutsumisjärjestyksessä. Kierron alussa luetaan tulotiedot ja

lopussa kirjoitetaan lähtötiedot. OB1 kierto voi mahdollisesti pysähtyä muiden organization blockien toimesta.

Data blockit ovat ohjelman tietopankkeja, joista muut blockit hakevat tietoa ja myös tarvittaessa tallentavat sitä. Erilaiset muuttujat siis tallennetaan data bloqueihin, joista ne viedään itse logiikkaan, kun luodaan erilaisia toimintoja.

Function bloqueihin, eli toimintolohkoihin, luodaan ohjelman erilaiset loogiset toiminnot käyttäen tulo- ja lähtötietoja. Function blockin sisäinen ohjelmakierto alkaa sitten, kun organization block antaa sille luvan kutsumalla sitä. Function block vaatii oman data blockinsa, johon se tallentaa tietonsa. Tähän data blockiin tallennettuja tietoja voidaan käyttää ohjelmakierrossa myös muissa function bloqueissa käyttämällä oikeaa tietotyyppiä.

Function, eli toiminto, eroaa function blockista siinä, että functionille ei määritellä omaa data blockia, joten function menettää tietonsa ohjelmakierrossa. Functionissa voidaan kuitenkin käyttää muiden data blockien tietoja, mutta function joutuu jokaisella ohjelmakierrolla hakemaan ne uudestaan niistä data bloqueista, joihin tieto on määritelty.

Logiikkaa voidaan luoda erilaisilla ohjelmointikielillä. Käytössäni ollut TIA Portal Basic V14 tukee kolmea eri ohjelmointikieltä: LAD (ladder diagram), FBD (function block diagram) ja SCL (structured text). Näistä kielistä LAD ja FBD ovat graafisempia ja helpommin ymmärrettäviä myös henkilöille, jotka eivät ole logiikoiden ohjelmointiin perehtyneet.

SCL perustuu tekstiin, jolla luodaan käskyjä eri muuttujille. SCL on ohjelmointikielenä vaativampi käyttää, sillä ohjelmointityökalu ei tätä kieltä käytettäessä varoita logiikan virheellisestä toiminnasta niin tarkasti, kuin LAD ja FBD –kieliä käytettäessä, joten logiikan virheetön ja turvallinen toiminta on kokonaan ohjelmoijan vastuulla. Kokeneen ohjelmoijan käsissä SCL –kielellä voi kuitenkin toteuttaa esimerkiksi monimutkaisia algoritmeja, joiden toteutus LAD ja FBD –kielillä on hankalampaa.

Opinnäytetyössäni käytin ohjelmointikielenä ainoastaan FBD:tä, koska SCL –kielestä minulla ei ole kokemusta. Koska luomaani ohjelmaa tulee

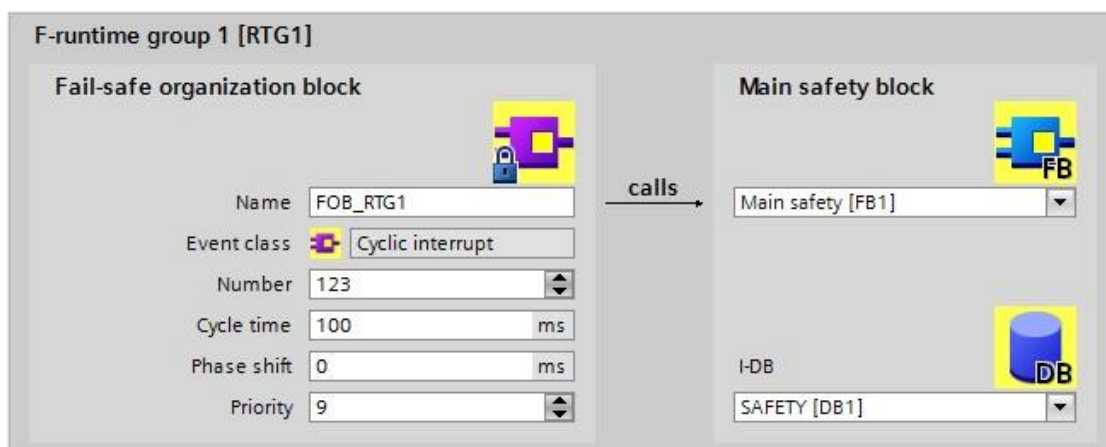
todennäköisesti käyttämään myös muut henkilöt tulevaisuudessa, on FBD minusta paras vaihtoehto myös sen selkeyden ansiosta.

### 6.3 Turvalogiikka

Polttimen yhteydessä käytetään erilaisia turvalaitteita, jotka valvovat polttoprosessia. Jos nämä turvalaitteet havaitsevat prosessissa virheellistä toimintaa ne aiheuttavat lukituksen, joka keskeyttää prosessin. Lukitus voidaan poistaa kuittaamalla se paikallisella kytkimellä tai valvomosta kun virhe on korjattu. Kun lukitus on poistettu, voi prosessi taas jatkua. Käytettävät turvalaitteet ovat vikaturvallisia, eli niiden hajoaminen johtaa myös prosessin pysähtymiseen. Turvalaitteiden toimintaa valvoo niille luotu turvalogiikka.

Turvalogiikka toimii itsenäisesti tavallisesta logiikasta riippumatta, eli turvalogiikka pyörii jatkuvasti taustalla, eikä sitä kutsuta erikseen tavallisen logiikan organization blockilla. Tämä mahdollistaa sen, että turvalogiikka voi pysäyttää prosessin missä ohjelmakierron kohdassa tahansa. Tavallisen logiikan ja turvalogiikan samanaikainen kierto vaatii kuitenkin vikaturvallisen CPU:n.

Turvalogiikka rakentuu function ja data blockeista kuten tavallinenkin logiikka. Turvalogiikassa blockit sijoitetaan runtime groupiin, joka määrittää missä järjestyksessä turvalogiikan blockit kutsutaan. Ohjelmointikielenä turvalogiikassa voi käyttää kuitenkin vain LAD ja FBD –kieliä.

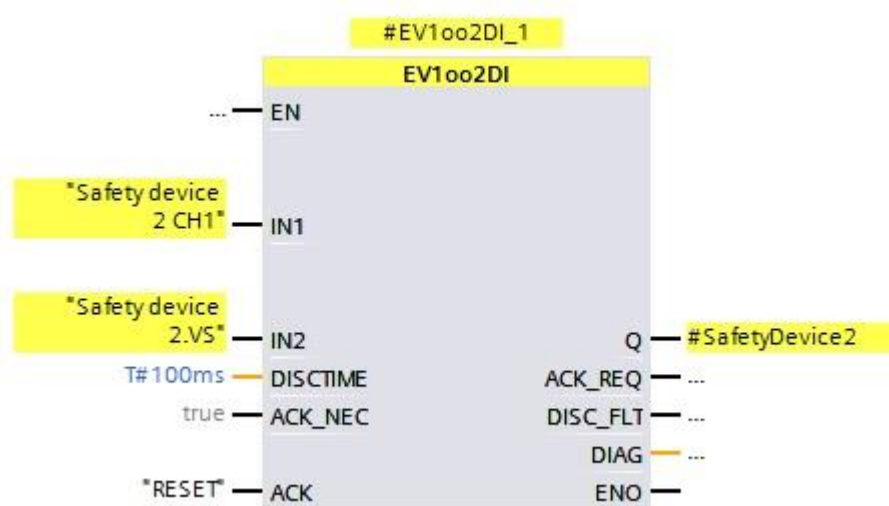


Kuva 4. F – Runtime group toimintaperiaate.

Kuvassa 3 on kuvattu F - Runtime groupien toiminta. Vikaturvallinen organization block, kuvassa nimetty FOB\_RTG1, kutsuu Main safety blockia (FB1), joka on vikaturvallinen function block. Main safety blockin käyttämä data block on kuvassa nimeltään SAFETY (DB1).

Turvalogiikka varmistaa turvalaitteiden toiminnan seuraamalla niiden logiikkaan lähettämää signaalia. Jos signaali katkeaa, on turvalaite joko lauennut, hajonnut tai turvalaitteen ja logiikan yhdistävässä johtimessa on jotakin vikaa. Signaalin katkeaminen johtaa prosessin lukitukseen.

WD200 –polttimien yhteydessä käytetään kaksi- ja yksi –kanavaisia turvalaitteita. Kaksi –kanavaiset turvalaitteet kahta eri signaalia turvalogiikkaan. Näiden kahden signaalin tasoa verrataan logiikassa keskenään ja eri signaalitasot johtavat lukitukseen. Näiden signaalien tasoa verrataan logiikassa erityisellä toiminnolla.

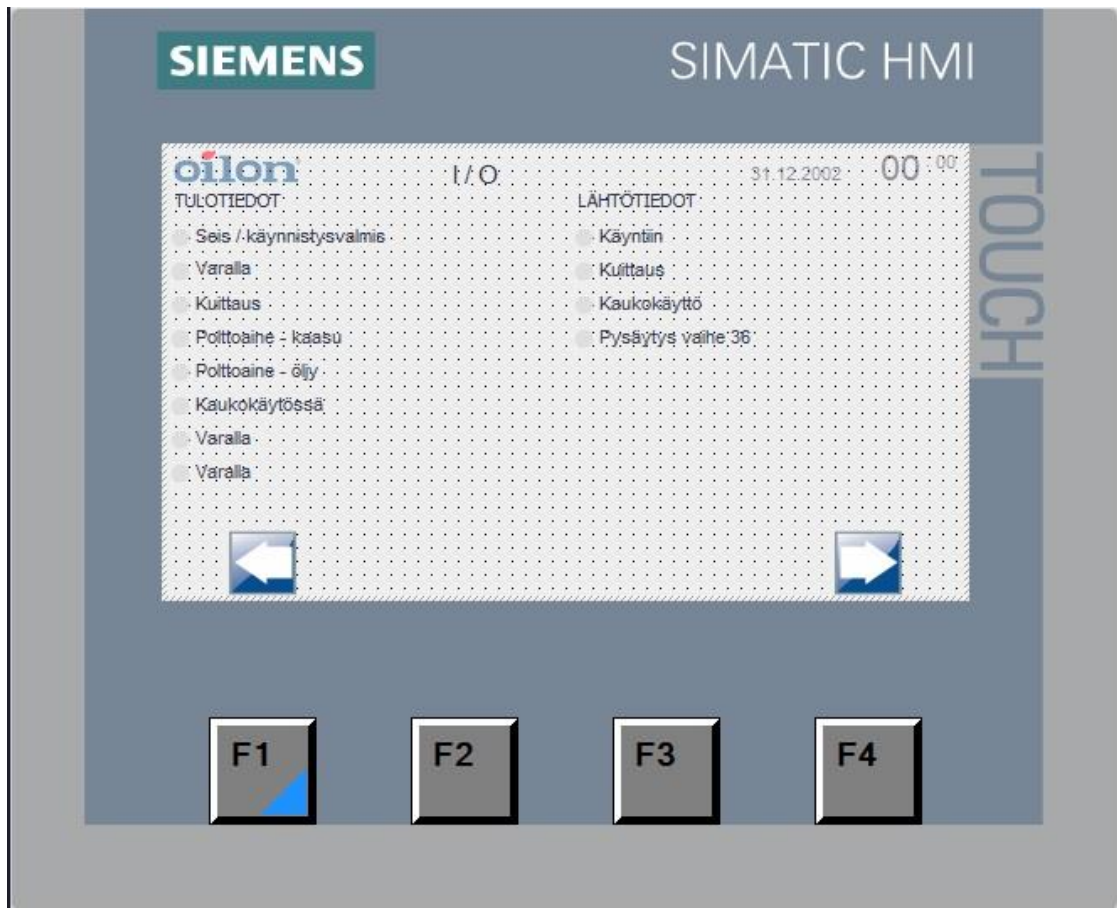


Kuva 5. EV1oo2DI toiminto.

Kuvasta 4 löytyvä EV1oo2DI on logiikasta löytyvä toiminto, joka vertaa kaksi – kanavaisten turvalaitteiden signaaleja keskenään. Turvalaitteen lähettämät signaalitiedot asetetaan lohkon IN1 ja IN2 napoihin. DISCTIME –napaan asetetaan maksimiaika, jonka ajan IN1 ja IN2 napojen signaalit voivat olla eri tasoiset. Kuvan tilanteessa signaalit voivat olla eri tasoiset 100 millisekuntin ajan, jonka kuluttua toiminto katkaisee lähtösignaalinsa Q lähettämisen. Tilanteessa, jossa lähtösignaalin Q lähetys on katkennut, täytyy toiminto käynnistää uudelleen aktivoimalla RESET –tieto toiminnon ACK –navassa. Toiminnon uudelleenkäynnistytksen jälkeen lähtösignaali Q jatkaa signaalin lähettämistä, jos IN1 ja IN2 napojen signaali on sama.

#### 6.4 Käyttöliittymän suunnittelu

Käyttöliittymä rakentuu erilaisista ”screeneistä” eli näytöistä, jotka ladataan HMI:lle. Nämä näytöt voidaan ohjelmoida kuvaamaan erilaisia tietoja, kuten esimerkiksi automaatioprosessin tai tulo- ja lähtötietojen tilaa. Erilaisten tietojen kuvaamista varten TIA Portal –ohjelmointityökalusta löytyy valmiina monia grafiikoita. TIA Portal mahdollistaa myös omien grafiikoiden liittämisen käyttöliittymään. Koska käyttöliittymä luotiin kosketuspaneelille, pystyimme myös luomaan käyttöliittymään erilaisia painikkeita, joihin ohjelmoimme erilaisia toimintoja.



Kuva 6. TIA Portal –ohjelmointityökalulla luotu näyttö.

Kuva 5 esittää yhtä tätä opinnäytetyötä varten luomaani näyttöä. Kyseisen näytön tarkoitus on näyttää jokaisen CPU:n tulo- ja lähtösignaaliterminaaleihin kytketyn signaalin taso. Jokaisen tulo- ja lähtötiedon (kuten ”Seis / käynnistysvalmis”) edessä on pieni ympyrä, joka on ohjelmoitu toimimaan kuin merkkilamppu. Kun signaalin taso on nolla, eli signaali ei ole aktiivinen, ympyrä on harmaa kuten kuvassa. Kun signaalin taso on yksi, eli signaali on aktiivinen, muuttuu ympyrän väri vihreäksi. Tällä näytöllä voidaan esimerkiksi testata tulo- ja lähtösignaalien toimivuutta. Tulo- ja lähtösignaaleja tai muitakaan muuttujia ei voida kuitenkaan tuoda käyttöliittymään suoraan, vaan käyttöliittymää varten on luotava oma muuttuja, joka liitetään haluttuun logiikan muuttujaan, jolloin käyttöliittymän muuttuja käyttäytyy samalla tavalla kuin logiikan muuttuja.

Kuvan 5 näyttöön on myös luotu grafiikoilla kosketuspainikkeet, joilla voidaan liikkua eri näyttöjen välillä. Nämä painikkeet ovat näytön alareunoissa sijaitsevat nuolilla varustetut grafiikat. Kuvasta 5 löytyy myös

kosketuspaneelin fyysiset toimintopainikkeet F1, F2, F3 ja F4. Näihin painikkeisiin voidaan ohjelmoida joko näyttökohtaisia toimintoja, tai toimintoja, jotka ovat aina samat aktiivisesta näytöstä riippumatta.

Käyttöliittymään tuoduille grafiikoille voidaan luoda erilaisia animaatioita ja tapahtumia. Kummallekin ominaisuudelle löytyy oma valikko, animaatioille ”Animations” ja tapahtumille ”Events”. Animaatioilla voidaan esimerkiksi aktivoida tietty grafiikka tietyn käyttöliittymän muuttujan ollessa aktiivinen. Kuvan 5 näytön tulo- ja lähtösignaalien ”merkkilamput” on luotu animaatiolla, joka muuttaa merkkilamppua kuvaavan ympyrän vihreäksi muuttujan ollessa aktiivinen. Tapahtumilla voidaan grafiikoille luoda toimintoja, jotka suoritetaan tietyn kriteerin täytyttyä. Kuvan 5 painikkeet näyttöjen vaihdolle on ohjelmoitu tapahtumilla. Kun grafiikasta luotu kosketuspainike painetaan paneelilta pohjaan ja vapautetaan, toiminto näytön vaihtamiseksi aktivoituu. Events – valikosta löytyy monia erilaisia tapahtumia, joita voidaan käyttää hyödyksi käyttöliittymän suunnittelussa.

Jos käyttöliittymässä on toimintoja tai grafiikoita, joiden halutaan toistuvan useassa näytössä, voidaan luoda ”template screen”, eli näyttöpohja. Näyttöpohjaan liitetään grafiikat ja ohjelmoidaan ne toiminnot, jotka halutaan eri näyttöihin. Kuvassa 5 olevassa näytössä näyttöpohjaan sisältyviä grafiikoita ovat Oilon Oy:n logo, joka sijaitsee vasemmassa yläkulmassa, sekä oikeasta yläkulmasta löytyvät päivämäärä sekä kellonaika. Myös toimintopainikkeet voidaan ohjelmoida näyttöpohjaan.

Koska kosketuspaneelin kautta voidaan myös muuttaa automaatioprosessin erilaisia parametreja, täytyi käyttöliittymään ohjelmoida myös käytönhallinta. Käytönhallinnalla tarkoitetaan eri toimintojen lukitsemista salasanojen taakse. Esimerkiksi käyttöönottajalle voidaan luoda oma käyttäjä, joka on salasana – suojattu. Tätä salasanaa ei anneta muille kuin käyttöönottajalle ja ilman salasanaa ei pääse kosketuspaneelin kautta tiettyihin näyttöihin, joista löytyy toimintoja, jotka on tarkoitettu ainoastaan käytönoton ajan valittaviksi. Eri käyttäjiä voidaan luoda useita.



## **7 LUODUN LOGIIKAN TESTAUS JA KÄYTTÖ TULEVAISUUDESSA**

Suoritin kommunikointi- ja turvalogiikan sekä käyttöliittymän testausta Siemensiltä tilatulla S7-1200 testikokoonpanolla, joka löytyy taulukosta 5 sivulta 17. Testausta pystyi tekemään ohjelmoinnin ohella, sillä testikokoonpanon laitteisto ei ollut missään muussa käytössä sillä hetkellä. Mahdollisuudesta testata erilaisia ohjelmaan luomiani toimintoja heti oli paljon hyötyä opinnäytetyössäni ja testasinkin ohjelmaa runsaasti. Sain luotua kaikki suunnitellut toiminnot kommunikointi- ja turvalogiikkaan sekä käyttöliittymään.

Kun automaatiolaitteistoa varten suunniteltu kytkentäkaappi saadaan tuotantoon, aletaan ohjelmaa testata laajemmin. Laajemmassa testauksessa automaatiolaitteistoon kytketään myös LMV –poltinohjain, eri turvalaitteet sekä asiakkaan valvomoa simuloiva CPU. Näin voidaan testata automaatiolaitteiston kommunikointi LMV –poltinohjaimen ja asiakkaan valvomon kanssa. Kun turvalaitteet on myös kytketty logiikkaan, voidaan testata hälytysten toimintaa logiikassa sekä käyttöliittymässä.

Laajemman testauksen jälkeen määrittelemääni automaatiolaitteistoa sekä luomaani ohjelmaa aletaan käyttää WD200 –polttimien yhteydessä. Automaatiolaitteisto ja sen kytkentäkaappi on suunniteltu niin, että sen voi hankkia myös jälkiasennuksena. Vanhojen WD200 –poltinprojektien, joissa on käytetty ET 200 S –logiikkaohjainta, automaatiota voidaan siis uusia poistamalla vanha logiikkalaitteisto ja lisäämällä uusi tarvittaessa.

## **8 JOHTOPÄÄTÖKSET**

Aluksi tekemäni tutkimus Siemensin automaatiolaitteista osoitti, ettei WD200 –polttimien automaation toteutus S7-1500 –sarjan laitteilla ole kustannustehokasta verrattuna S7-1200 –sarjan tuotteisiin. Kokoamieni testikokoonpanojen hintaerot olivat merkittäviä, eivätkä S7-1500 –sarjan tuomat edut olleet tarpeeksi suuria tehdäkseen tuosta hintaerosta merkityksettömän opinnäytetyöni käyttötarkoitukseen nähden. Päinvastoin, S7-1200 –sarjan tuotteiden yksinkertaisempi rakenne tekee esimerkiksi vikaturvallisten tulo- ja lähtösignaalimoduulien lisäämisestä kokoonpanoon

helpompaa. Myös ohjelmointi onnistuu edullisemmalla TIA Portal Basic – ohjelmointityökalulla.

Kaikki vaadittavat kokoonpanot voidaan myös toteuttaa suunnittelemani automaatiolaitteistolla. Ainoa kokoonpano, jossa joudutaan hankkimaan lisää automaatiolaitteita, on master/slave –kokoonpano, jossa poltinmäärästä riippuen täytyy tulo- ja lähtösignaaleja hajauttaa käyttäen liitäntämoduulia. Jos moduuleja tarvitaan projekteissa enemmän, voidaan myös CPU:n mallia vaihtaa, jolloin moduuleja voidaan liittää laitteistoon enemmän.

Siemensin automaatiolaitteistot ja ohjelmointityökalut eivät olleet minulle ennestään tuttuja, joten opinnäytetyöni opetti minulle paljon uutta. Tästä on minulle myös tulevaisuudessa hyötyä, koska Siemensin automaatiolaitteistot sekä ohjelmointityökalut ovat suosittuja ympäri maailman. Opinnäytetyöni kautta saamani kokemus ohjelmoinnista on avuksi myös muiden ohjelmointityökalujen kanssa työskennellessä, sillä periaatteet ovat kuitenkin ohjelmien luomisessa aina samat.

Luomaani kommunikointi- ja turvalogiikkaa sekä käyttöliittymää testataan vielä laajemmin LMV –poltinohjaimen ja eri turvalaitteiden kanssa, kun ensimmäinen automaatiokaappi saadaan valmistettua. Alustavissa testauksissa, joissa on käytetty vain määrittelemääni S7-1200 – testikokoonpanoa, ohjelma on toiminut vaatimusten mukaan. Kun laajempi testaus on suoritettu ja sen aikana ilmenneet mahdolliset ongelmat ohjelmasta hiottu, aletaan ohjelmaani, sekä määrittelemääni automaatiolaitteistoa käyttämään aina WD200 –poltinprojekteissa.

## LÄHTEET

1. Oilon. s.a. Oilonin yleisesite. PDF –dokumentti. Saatavissa: [http://www.oilon.com/uploadedFiles/Oilon/Materials/Oilon\\_yleisesite\\_FI.pdf](http://www.oilon.com/uploadedFiles/Oilon/Materials/Oilon_yleisesite_FI.pdf) [viitattu 30.1.2017].
2. Oilon. s.a. WiseDrive – Elektroninen polttoaineen ja palamisilman seossäätöjärjestelmä. PDF –dokumentti. Saatavissa: [http://www.oilon.com/uploadedFiles/Oilon/Materials/Oilon\\_Wisedrive\\_FI.pdf](http://www.oilon.com/uploadedFiles/Oilon/Materials/Oilon_Wisedrive_FI.pdf) [viitattu 1.2.2017].
3. Siemens. 1996. Siemens Suomessa ja Baltiassa. WWW –dokumentti. Saatavissa: [http://www.siemens.fi/fi/siemens\\_osakeyhtio/siemens\\_suomessa\\_ja\\_baltiassa.htm](http://www.siemens.fi/fi/siemens_osakeyhtio/siemens_suomessa_ja_baltiassa.htm) [viitattu 30.1.2017].
4. Siemens. 1996. TIA Portal –ohjelmointityökalu. WWW –dokumentti. Saatavissa: [http://www.siemens.fi/fi/industry/teollisuuden\\_tuotteet\\_ja\\_ratkaisut/tuotesivut/tia\\_portal.php](http://www.siemens.fi/fi/industry/teollisuuden_tuotteet_ja_ratkaisut/tuotesivut/tia_portal.php) [viitattu 30.1.2017].
5. Siemens. 1996. Ohjelmoitavat logiikat (SIMATIC). WWW –dokumentti. Saatavissa: [http://www.siemens.fi/fi/industry/teollisuuden\\_tuotteet\\_ja\\_ratkaisut/tuotesivut/automaatiotekniikka/ohjelmoitavat\\_logiikat\\_simatic.php](http://www.siemens.fi/fi/industry/teollisuuden_tuotteet_ja_ratkaisut/tuotesivut/automaatiotekniikka/ohjelmoitavat_logiikat_simatic.php) [viitattu 30.1.2017].
6. Siemens. 1996. Hajautettu I/O (ET 200) [http://www.siemens.fi/fi/industry/teollisuuden\\_tuotteet\\_ja\\_ratkaisut/tuotesivut/automaatiotekniikka/hajautettu\\_io\\_et200.php](http://www.siemens.fi/fi/industry/teollisuuden_tuotteet_ja_ratkaisut/tuotesivut/automaatiotekniikka/hajautettu_io_et200.php) [viitattu 16.2.2017].
7. Oilon. s.a. Polttimet. WWW –dokumentti. Saatavissa: <http://www.oilon.com/teollisuudelle/voimalaitos-ja-prosessipolttimet/polttimet/> [viitattu 9.2.2017].
8. Siemens. 2017. S7-1200. WWW –dokumentti. Saatavissa: <https://mall.industry.siemens.com/mall/en/WW/Catalog/Products/10045647?tree=CatalogTree> [viitattu 10.2.2017].
9. Siemens. 2017. S7-1200 Central processing units. WWW –dokumentti. Saatavissa: <https://mall.industry.siemens.com/mall/en/WW/Catalog/Products/10045648?tree=CatalogTree> [viitattu 17.2.2017].

10. Siemens. 2017. S7-1500. WWW –dokumentti. Saatavissa: <https://mall.industry.siemens.com/mall/en/WW/Catalog/Products/10204162?tree=CatalogTree> [viitattu 10.2.2017].
11. Siemens. s.a. SIMATIC S7-1500 slots. PDF –dokumentti. Saatavissa: <https://support.industry.siemens.com/cs/document/86140384/simatic-s7-1500-et-200mp-manual-collection?dti=0&lc=en> [viitattu 17.2.2017].
12. Siemens. 2017. SIPLUS Basic Panels (2nd Generation). WWW –dokumentti. Saatavissa: <https://mall.industry.siemens.com/mall/en/WW/Catalog/Products/10256122?tree=CatalogTree> [viitattu 1.3.2017].
13. Siemens. 2014. SIMATIC S7-1500 Getting Started. PDF –dokumentti. Saatavissa: [http://www.automation.siemens.com/salesmaterial-as/interactive-manuals/getting-started\\_simatic-s7-1500/documents/EN/software\\_complete\\_en.pdf](http://www.automation.siemens.com/salesmaterial-as/interactive-manuals/getting-started_simatic-s7-1500/documents/EN/software_complete_en.pdf) [viitattu 24.3.2017].

<b>Kommunikointi</b>		
8 DI	SEIS/KÄYNNISTYSVALMIS	I0.0
	KUITTAUS	I0.1
	POLTTOAINE KAASU	I0.2
	POLTTOAINE ÖLJY	I0.3
	VARALLA	I0.4
	KAUKOKÄYTÖSSÄ	I0.5
	VARALLA	I0.6
	VARALLA	I0.7
6 DO	KÄYNTIIN RELE K5	Q0.0
	KUITTAUS RELE K6	Q0.1
	KAUKOKÄYTTÖ	Q0.2
	PYSÄYTYS VAIHE 36 RELE K36	Q0.3
	VARALLA	Q0.4
	VARALLA	Q0.5

<b>Lanssipoltin</b>		
8 DI	SEIS/KÄYNNISTYSVALMIS	I0.0
	KUITTAUS	I0.1
	POLTTOAINE KAASU	I0.2
	POLTTOAINE ÖLJY	I0.3
	VARALLA	I0.4
	KAUKOKÄYTÖSSÄ	I0.5
	LANSSI IN	I0.6
	LANSSI OUT	I0.7
6 DO	KÄYNTIIN RELE K5	Q0.0
	KUITTAUS RELE K6	Q0.1
	KAUKOKÄYTTÖ	Q0.2
	PYSÄYTYS VAIHE 36 RELE K36	Q0.3
	VARALLA	Q0.4
	VARALLA	Q0.5

Turva		
8 DI	SEIS/KÄYNNISTYSVALMIS	I0.0
	KUITTAUS	I0.1
	POLTTOAINE KAASU	I0.2
	POLTTOAINE ÖLJY	I0.3
	VARALLA	I0.4
	KAUKOKÄYTÖSSÄ	I0.5
	VARALLA	I0.6
	VARALLA	I0.7
6 DO	KÄYNTIIN RELE K5	Q0.0
	KUITTAUS RELE K6	Q0.1
	KAUKOKÄYTTÖ	Q0.2
	PYSÄYTYS VAIHE 36 RELE K36	Q0.3
	VARALLA	Q0.4
	VARALLA	Q0.5
8/16 F-DI	HÄTÄSEIS CH1 ( <b>SAFETY DEVICE 1</b> )	I2.0
	RAJOITINTERMOSTAATTI/PRESSOSTAATTI 1 CH1 ( <b>SAFETY DEVICE 2</b> )	I2.1
	RAJOTINTERMOSTAATTI/PRESSOSTAATTI 2 CH1 ( <b>SAFETY DEVICE 3</b> )	I2.2
	KUIVAKIEHUNTASUOJA 1 ( <b>SAFETY DEVICE 4</b> )	I2.3
	KUIVAKIEHUNTASUOJA 2 ( <b>SAFETY DEVICE 5</b> )	I2.4
	KATTILAN PAINE MATALA ( <b>SAFETY DEVICE 6</b> )	I2.5
	KATTILAN PAINE KORKEA ( <b>SAFETY DEVICE 7</b> )	I2.6
	PALOKONTAKTORI ( <b>SAFETY DEVICE 8</b> )	I2.7
	HÄTÄSEIS CH1 ( <b>SAFETY DEVICE 1</b> )	I3.0
	RAJOITINTERMOSTAATTI/PRESSOSTAATTI 1 CH2 ( <b>SAFETY DEVICE 2</b> )	I3.1
	RAJOTINTERMOSTAATTI/PRESSOSTAATTI 2 CH2 ( <b>SAFETY DEVICE 3</b> )	I3.2
	SAVUKAASUPELTI AUKI ( <b>SAFETY DEVICE 9</b> )	I3.3
	PALUUVEDEN VIRTAVIRTAUSVAHTI ( <b>SAFETY DEVICE 10</b> )	I3.4
	RÄJÄHDYSLUUKUN RAJAKYTKIN ( <b>SAFETY DEVICE 11</b> )	I3.5
	KATTILALUUKUN RAJAKYTKIN ( <b>SAFETY DEVICE 12</b> )	I3.6
	VARALLA ( <b>SAFETY DEVICE 13</b> )	I3.7
F-DQ 2XRLY	SAFETY OUTPUT 1	Q11.0

TULO ( OILON )		LÄHTÖ ( OILON )	
I 101.0		Q 101.0	Kaasunpaine matala ( S = 0 )
I 101.1		Q 101.1	Kaasunpaine korkea ( S = 0 )
I 101.2		Q 101.2	Kattilahäiriö ( S = 0 )
I 101.3		Q 101.3	Vinokuorma ( S = 0 )
I 101.4		Q 101.4	
I 101.5		Q 101.5	
I 101.6		Q 101.6	Öljyn lämpötila matala ( S = 0 )
I 101.7		Q 101.7	Öljyn lämpötila korkea ( S = 0 )
I 100.0	Polttoaineen valinta: Kaasu	Q 100.0	Valittu polttoaine: Kaasu
I 100.1	Polttoaineen valinta: Öljy	Q 100.1	Valittu polttoaine: Öljy
I 100.2		Q 100.2	Kaukokäytöllä
I 100.3	Kaukokäynnistys	Q 100.3	Käynnistysvalmis
I 100.4		Q 100.4	Poltin käynnissä
I 100.5		Q 100.5	Kaasuliekki
I 100.6		Q 100.6	Öljyliekki
I 100.7	Kaukokuittaus	Q 100.7	Poltinhäiriö
I 103.0		Q 103.0	Turvalaite 9
I 103.1		Q 103.1	Turvalaite 10
I 103.2		Q 103.2	Turvalaite 11
I 103.3		Q 103.3	Turvalaite 12
I 103.4		Q 103.4	Turvalaite 13
I 103.5		Q 103.5	Raitisilmapelti kiinni ( S = 0 )
I 103.6		Q 103.6	Ekonomizerpumppu seis ( S = 0 )
I 103.7	Watchdog	Q 103.7	Watchdog
I 102.0		Q 102.0	Turvalaite 1
I 102.1		Q 102.1	Turvalaite 2
I 102.2		Q 102.2	Turvalaite 3
I 102.3		Q 102.3	Turvalaite 4 ( S = 0 )
I 102.4		Q 102.4	Turvalaite 5 ( S = 0 )
I 102.5		Q 102.5	Turvalaite 6
I 102.6		Q 102.6	Turvalaite 7
I 102.7		Q 102.7	Turvalaite 8
IW104	Ulkoinen asetus, 0 .. 160 [°C / bar] / 0 .. 1000 [%]	QW104	LMV:n vaihe
IW106		QW106	Teho, 0 .. 100 [%]
IW108		QW108	Liekkisignaali, 0 .. 100 [%]
IW110		QW110	O <sub>2</sub> - arvo, 0 .. 210 [%]
IW112		QW112	Virhekoodi
IW114		QW114	Diagnostiikkakoodi
IW116		QW116	Käynnistyskerrat, kaasukäyttö
IW118		QW118	
IW120		QW120	Käyntiaikalaskuri, kaasukäyttö [ h ]
IW122		QW122	
IW124		QW124	Käynnistyskerrat, öljykäyttö [ h ]
IW126		QW126	
IW128		QW128	Käyntiaikalaskuri, öljykäyttö [ h ]
IW130		QW130	